

PRODUÇÃO DE CASOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA: UMA EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Elisa Prestes Massena*, Neurivaldo José de Guzzi Filho e Luciana Passos Sá

Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, 45662-900 Ilhéus – BA, Brasil

Recebido em 26/10/12; aceito em 23/2/13; publicado na web em 15/4/13

PRODUCING CASES FOR TEACHING CHEMISTRY: AN EXPERIENCE IN EARLY TEACHER TRAINING. The Method of Case Studies has often been employed in higher education, but few initiatives have focused on basic education. This work addressed the production of cases by students from a chemistry teacher training course. The proposal was applied in the discipline of Basic Inorganic Chemistry and aimed to familiarize students with the Method from the preparation of cases focused on basic education. We believe the proposal was efficient in showing future teachers the need to develop teaching strategies that, beyond learning concepts, stimulate students in training skills such as teamwork, critical thinking and decision making.

Keywords: case studies; chemistry teaching; teacher training.

INTRODUÇÃO

A formação inicial de professores ao longo dos anos tem incorporado em sua prática distintas formas de trabalho com o intuito de promover melhorias no Ensino de Ciências realizado na Educação Básica pelos futuros docentes. Dentre elas podemos citar a realização de oficinas, com propostas de atividades experimentais sobre temas diversos;¹ a produção de jogos didáticos;²⁻⁴ softwares educativos;⁵⁻⁷ o uso de portfólios;⁸⁻¹⁰ e diários;^{11,12} dentre outros.

Na formação inicial, as oficinas têm sido realizadas principalmente com o objetivo de trabalhar as concepções dos futuros professores no que diz respeito ao papel da experimentação no Ensino de Ciências. Nesse sentido,¹³ alguns autores pontuam algumas das formas de como a experimentação tem sido realizada na Educação Básica. A primeira consiste no emprego de atividades puramente demonstrativas apresentadas aos alunos pelo professor. A segunda, predominante em aulas de Ciências, são atividades baseadas em um roteiro pré-estabelecido, que tem como objetivo a comprovação da teoria a partir da busca pela resposta correta, que deverá ser alcançada pelo aluno e que deve estar condizente com o roteiro fornecido. Nesse tipo de atividade os erros experimentais são ignorados e não há preocupação em relação à análise e interpretação dos dados. Os autores apontam ainda que as atividades propostas nem sempre estão relacionadas com a teoria vista na sala de aula.

As atividades lúdicas, especialmente os jogos educativos para o Ensino de Química, são estratégias cada vez mais frequentes em trabalhos reportados na literatura. A justificativa mais empregada para o uso dos jogos é a possibilidade de tornar as aulas de Química mais dinâmicas e interessantes, possibilitando ainda que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de forma prazerosa. Dentre os trabalhos que apresentam jogos para a abordagem de conceitos químicos, destacamos: o Ludo Químico, empregado no ensino da nomenclatura de compostos orgânicos;¹⁴ o Bingo Químico, empregado com o intuito de familiarizar os estudantes com os símbolos e nomes dos elementos da tabela periódica;¹⁵ e o Role Playing Game (RPG) empregado na formação inicial de professores com o intuito de subsidiá-los em sua futura atuação profissional, utilizando a referida estratégia para avaliar e discutir conceitos químicos como

oxidação, reações de precipitação, solubilidade, síntese orgânica,¹⁶ dentre outros.

Nos últimos anos, com o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) é também considerável a quantidade de iniciativas voltadas à produção de *softwares* para o Ensino de Química e à qualificação dos professores para o emprego de tal recurso. Isso pode ser verificado no número de trabalhos que utiliza *softwares* para tratar de temas químicos na Educação Básica. Pode-se citar dois exemplos de iniciativas dessa natureza: o primeiro apresenta um *software* que simula titulações ácido-base;⁶ enquanto no segundo são apresentados dois programas: Urânio 235 e Cidade do Átomo,¹⁷ ambos relacionados ao tema Radioatividade.

Enquanto as estratégias supracitadas visam à aprendizagem de conceitos e a qualificação dos futuros professores para o emprego de tais estratégias, os portfólios e diários têm sido reportados na literatura como recursos que possibilitam ao futuro professor o exercício da escrita e a reflexão sobre as atividades de estágio realizadas na escola, possibilitando ainda maior interlocução com o professor regente que atua na escola e o professor formador.

Segundo Sá-Chaves,¹⁸

Os portfólios constituem peças únicas, cuja singularidade se traduz no caráter particular das vivências nele descritas e refletidas, no quadro de referências pessoais que balizam tal reflexão, no leque de interpretações que, conjuntamente, supervisor e supervisionado souberam tecer no estilo pessoal que, a cada qual, permitiu crescer, para que, naturalmente, pudessem vir a afastar-se (p. 141).

Por outro lado, Galiuzzi e Lindemann (p. 149)¹¹ definem o diário como “um instrumento para a discussão e enriquecimento da prática docente, tanto do estagiário como dos formadores.” Em outro estudo,¹² o diário de aula é apontado como um instrumento coletivo de aprendizagens tanto para os professores em formação em inicial ou em serviço, bem como para os formadores. Assim, trabalhar com o diário de estágio é uma possibilidade que se descortina para o trabalho na formação de futuros professores e, de acordo com os trabalhos citados, apresenta bons resultados na formação desses profissionais.

Outras formas de utilização do diário também são reportadas na literatura, como o seu emprego no processo de resolução de casos

*e-mail: elisamassena@yahoo.com.br

investigativos por alunos de um curso de Bacharelado em Química.¹⁹ Nesse trabalho, a autora empregou o método de Estudo de Casos com o principal objetivo de favorecer a argumentação dos estudantes a respeito de questões sócio-científicas.²⁰ Na aplicação da proposta os estudantes, em pequenos grupos, produziram o “diário do caso”. Este diário deveria deixar claro ao leitor o processo que conduziu o grupo à resolução do caso, com reflexões acerca das atividades e arquivo de todo o material empregado como fonte de pesquisa. No presente trabalho utilizamos o diário durante uma atividade envolvendo o Método de Estudo de Casos. No tópico a seguir, apresentamos a descrição do Método, suas origens e potencialidades no Ensino de Química.

O MÉTODO DE ESTUDO DE CASOS COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

O Estudo de Casos é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sócio-científicos presentes em narrativas que apresentam situações reais ou simuladas com complexidade adequada ao público que se destina. Tais narrativas tratam de dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar importantes decisões a respeito de determinadas questões, que podem ser multidisciplinares ou específicas de alguma área do conhecimento.²⁰

Cursos como Medicina, Direito, Administração e Economia têm adotado este método com o intuito de aproximar o futuro profissional da realidade prática de sua área e desenvolver habilidades de gerenciar o próprio aprendizado, trabalhar em grupo e integrar conhecimentos.²⁰ Relatos na literatura também apontam que, em cursos de Ciências, no Ensino Superior, a utilização do método tem sido fortemente evidenciada.^{21,22} Muitas dessas propostas são voltadas especificamente para o Ensino de Química, nas suas diferentes subáreas.²³⁻²⁵

Segundo Herreid,²⁶ James B. Conant, docente do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade de Harvard, foi o primeiro educador em Ciências a organizar uma disciplina baseada em Estudos de Casos. Desde então professores de Química,²⁷ Física²⁸ e Biologia²⁹ vêm adotando o método em suas disciplinas no Ensino Superior.²⁰

No que diz respeito à popularização do método de Estudo de Casos no Ensino de Ciências, Sá¹⁹ menciona a publicação do artigo intitulado “*Case studies in science – a novel method of science education*”, de autoria de Herreid.²⁶ Este veio a ser o primeiro de uma série de artigos publicados no *Journal of College Science Teaching* (JCST) sobre o uso de casos no Ensino de Ciências e deu origem à seção denominada “*The Case Study*”, que perdura até os dias atuais e apresenta diferentes propostas de aplicação e avaliação do Método, além de notas que visam a auxiliar o entendimento do professor e facilitar a sua prática com o uso dos casos na sala de aula.

Em contrapartida, encontramos na literatura poucas referências sobre a utilização do Método na Educação Básica. O trabalho de Brito e Sá³⁰ é um exemplo de estudo em que ele foi empregado nesse nível de ensino. O referido trabalho teve o principal propósito de estimular a argumentação de alunos do Ensino Médio a respeito de questões sócio-científicas relacionadas ao tema “biocombustíveis”. Para tanto, um caso foi elaborado e os estudantes foram incentivados a solucioná-lo e a defenderem a sua posição em um Júri Químico, que consiste numa atividade lúdica aplicada em sala de aula na qual se procura trabalhar conceitos químicos contextualizados por meio de um júri simulado, discutindo-se problemas que exigem um posicionamento por parte dos estudantes³¹. No trabalho de Brito e Sá³⁰ os alunos deveriam se posicionar, a favor ou contra, à instalação de uma fábrica de biodiesel numa determinada região, e argumentar em defesa de seus posicionamentos. Segundo as autoras, os resultados apontaram que a proposta foi eficiente em fomentar as habilidades argumentativas dos alunos, além de favorecer a aprendizagem do conteúdo científico.

No livro *Estudo de Casos no Ensino de Química*,²⁰ dirigido a professores e alunos de cursos de Licenciatura em Química, são relatadas algumas características e possibilidades de aplicação do Método no Ensino de Química. Até onde vai o nosso conhecimento, não há relatos do emprego deste na formação inicial de professores. Nessa perspectiva, no presente trabalho tivemos como objetivo a familiarização de estudantes do curso de Licenciatura em Química com o Método, a partir da elaboração de casos voltados para a Educação Básica, com abordagem em tópicos específicos da disciplina Química Inorgânica Fundamental. A proposta foi desenvolvida dentro da referida disciplina como parte da componente “Prática de Ensino”, obrigatória em cursos de Licenciatura, no Brasil.

A PRÁTICA DE ENSINO NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UESC

Conforme apontam Moreira e Pereira,³² no Brasil, a denominada Prática de Ensino é um dos principais focos de estudo da área da Educação, pois sua discussão centra-se nos aspectos de intervenção pedagógica escolar. Tal fato ocorre pela importante relação desse componente formativo e suas contribuições para atuação dos futuros professores. O Conselho Nacional de Educação (CNE), ao organizar a proposta que consolidou como Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores de Educação Básica, oferece destaque essencial à Prática de Ensino, não mais como uma disciplina que compõe a estrutura curricular dos cursos de formação de professores, mas como um pilar de sustentação da formação do futuro profissional.

Desse modo, a resolução do Conselho Nacional de Educação/ Conselho Pleno 2/2002, estabelece que: a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, em curso de licenciatura de graduação plena, será efetivada mediante a integralização de, no mínimo, 2800 (duas mil e oitocentas) horas, dentre as quais 400 horas serão destinadas à Prática de Ensino como componente curricular, vivenciadas ao longo do curso.³³ É nesse contexto que estão inseridos os cursos de licenciatura no Brasil atualmente.

No Projeto Acadêmico Curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz, situada em Ilhéus – BA, no Brasil, a Prática de Ensino é definida como³⁴

Um espaço de formação em que os licenciandos possam realizar estreita articulação entre a sua formação e a vida profissional futura, vivenciando na Universidade atividades que promovam a interação entre a sua prática docente e o cotidiano escolar (p. 41).

Desse modo, as 400 horas referentes à Prática de Ensino foram incorporadas como componente curricular nas disciplinas específicas de Química oferecidas no curso: Química Geral I, Instrumentação e Segurança de Laboratório, Química Geral II, Química Inorgânica Fundamental, Química Orgânica I, Química Inorgânica Descritiva, Química Orgânica II, Química Analítica Qualitativa, Físico-Química I, Química Analítica Quantitativa, Físico-Química II e Química Ambiental. Assim, dentro da matriz curricular, as disciplinas que possuem um componente Prática de Ensino apresentam uma carga horária de 15 horas para a realização de atividades como: observação *in loco*; registros sistemáticos; atividades de iniciação à pesquisa em ensino de Química; elaboração, execução e avaliação de programas e projetos em ensino de Química. É importante ressaltar que o professor pode trabalhar no seu espaço disciplinar ou através de projetos que envolvam mais de uma disciplina.

Neste particular, o curso se diferencia do antigo modelo conhecido como “3+1”, caracterizado pela dicotomia existente entre as

disciplinas específicas e pedagógicas, em que cada uma destas tratava exclusivamente de seu campo de atuação sem procurar interlocução, ou seja, sem buscar uma interação do campo específico com o pedagógico.³⁵ Pode-se dizer, então, que há uma aproximação dentro das disciplinas específicas com a componente de ensino e isso, na nossa perspectiva, é um diferencial do curso, pois desde o início do processo de formação os licenciandos passam a compreender a articulação dos conteúdos químicos e seus respectivos tratamentos pedagógicos.

Por outro lado, apesar de o Projeto Acadêmico Curricular da Universidade favorecer a relação entre o saber pedagógico e o conhecimento científico, não existem ainda orientações nesse sentido para os professores, que acabam realizando essa articulação cada qual à sua maneira. Assim, os professores alegam dificuldades em trabalhar a Prática de Ensino por não possuírem a devida formação pedagógica. Diante dessa necessidade, se originou o presente trabalho, realizado a partir da parceria entre o professor responsável pela disciplina Química Inorgânica Fundamental e a professora da área de Educação em Química, que juntos planejaram, desenvolveram e avaliaram a proposta apresentada neste estudo.

CAMINHO METODOLÓGICO

A pesquisa, de cunho qualitativo,³⁶ foi realizada com 29 estudantes matriculados na disciplina Química Inorgânica Fundamental, ministrada no segundo período do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Santa Cruz, situada no estado da Bahia, no Brasil. A proposta foi aplicada num período de quinze horas, que integram às 400 horas destinadas à Prática de Ensino. A disciplina possui carga horária de sete horas semanais, sendo que uma hora era dedicada à Prática de Ensino.

Neste trabalho empregamos o Método de Estudo de Casos.²⁰ Os futuros professores foram orientados a respeito do Método e solicitados a elaborar casos que envolvessem tópicos da disciplina e que estivessem de acordo com recomendações da literatura.^{20,37} Os casos deveriam ter linguagem e complexidade apropriada a alunos do Ensino Médio.

Os estudantes foram divididos em seis grupos de aproximadamente cinco integrantes, denominados de G1, G2, G3, G4, G5, G6 e G7. O professor não interferiu na composição dos grupos, deixando a critério dos próprios alunos essa tarefa. Uma vez definidos os grupos, foi realizado um sorteio dos assuntos que seriam trabalhados por cada equipe. Ou seja, cada grupo deveria elaborar um caso envolvendo um subtema relacionado ao conteúdo sorteado. Os seguintes conteúdos foram previamente estabelecidos pelo professor, de acordo com a ementa da disciplina: estrutura atômica, radioatividade, ligações e interações químicas, espectroscopia, metais e eletroquímica e teoria ácido-base.

Durante o período de elaboração dos casos os professores acompanhavam o andamento dos trabalhos dos grupos, que coletivamente discutiam ideias, redigiam partes do caso e reorganizavam as ações. Das 15 horas destinadas à Prática de Ensino, 5 horas foram usadas para a discussão do andamento dos trabalhos, 8 horas foram utilizadas para o trabalho de pesquisa dos grupos e 2 horas para a apresentação dos trabalhos, que ocorreu no final do semestre. Os grupos tiveram 20 minutos para a exposição oral dos trabalhos e, posteriormente, 10 minutos para a discussão.

Ainda na primeira etapa do trabalho foi solicitado a cada grupo a produção coletiva do 'diário do caso', com informações sobre todo o processo de elaboração do caso e reflexões sobre a atividade. Os alunos também foram orientados a anexar o material consultado para elaboração do caso. Esse diário era apresentado quinzenalmente aos professores e tinha como objetivo principal acompanhar o desenvolvimento do trabalho dos grupos e auxiliá-los na elaboração dos casos.

No final do semestre os grupos apresentaram de forma oral os casos produzidos e entregaram a sua versão final juntamente com os diários.

Para análise dos casos produzidos pelos alunos utilizamos como referencial teórico o trabalho de Herreid,³⁷ que apresenta aspectos a serem considerados na elaboração de um "bom caso", conforme Quadro 1.

Quadro 1. Recomendações para a elaboração de um bom caso³⁷

Características de um "bom caso"
Narra uma história: o fim não deve existir ainda.
Desperta o interesse pela questão: deve haver um drama, um suspense, uma questão a ser resolvida.
Deve tratar de questões atuais. O estudante deve perceber que o problema é importante.
Provoca empatia com os personagens: os personagens devem influenciar nas decisões a serem tomadas.
Inclui diálogos: é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama nos diálogos.
É relevante ao leitor: os casos devem envolver situações que os estudantes, provavelmente, estejam aptos a enfrentar.
Deve ter utilidade pedagógica: deve ser útil para o curso e para o estudante.
Provoca conflito: a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso.
Força decisões: deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos.
Tem generalizações: deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade.
É curto: deve ser suficientemente longo para introduzir os fatos, mas não tão longo que provoque uma análise tediosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grupos foram acompanhados pelos professores envolvidos na atividade ao longo de todo semestre. A primeira dificuldade apontada pelos estudantes foi em relação à adequação dos conteúdos químicos estabelecidos pelo professor ao público do Ensino Médio. A componente Prática de Ensino, com carga horária de 15 horas, foi incluída na grade curricular do curso exatamente com o objetivo de favorecer a capacidade do estudante de adequar a complexidade e a linguagem do conhecimento adquirido na universidade ao público do Ensino Médio. É nesse sentido que atividades como essa têm sido desenvolvidas com o intuito de estabelecer a parceria entre um especialista da área de Educação em Ciências e um professor da área específica, como a Química, que na maioria das vezes não possui formação no campo pedagógico e necessita de auxílio para utilizar de forma produtiva as horas destinadas à Prática de Ensino.

Segundo Sá e Queiroz são diversas as fontes de inspiração para produção de casos,²⁰ dentre as quais se destacam: artigos de divulgação científica, artigos originais de pesquisa e filmes comerciais. Desse modo, para a produção dos casos os alunos foram orientados a consultarem artigos científicos relacionados às temáticas a serem trabalhadas pelos grupos. Logo no início do trabalho foi realizada uma visita com os alunos ao setor de periódicos da biblioteca da universidade para que os mesmos tivessem acesso a essas fontes. Os títulos dos casos, os conteúdos químicos e o resumo dos casos são apresentados no Quadro 2.

Cabe ressaltar que, para que a análise dos casos produzidos fosse realizada, solicitamos a autorização de todos os autores, por meio de um termo de consentimento livre e esclarecido. A seguir é

Quadro 2. Temas, conteúdos químicos e resumos dos casos

Temas	Conteúdos químicos	Resumos
Uma cidade em alerta (G1)	Estrutura Atômica, Radioatividade	A população de uma cidade vinha apresentando problemas de saúde como alterações gastro-intestinais, neurológicas e comportamentais. Sabia-se que na cidade estava situada uma usina nuclear que era responsável pela geração de 40% da eletricidade consumida e que o urânio era usado como matéria-prima. Houve falhas no sistema de segurança da usina, ocasionando um vazamento de resíduo nuclear, que foi despejado no afluente que fornecia água para a cidade. O consumo de peixes e de água pode ter sido o responsável pela contaminação. Cabia aos estudantes estudar a melhor forma de resolver essa situação.
Água dura (G2)	Interações químicas, forças de Van der Waals	Dois estudantes de uma escola de uma cidade do interior da Bahia observaram que a água da escola na presença de sabão não produzia espuma. Sob orientação do professor de Química foram à Estação de Tratamento de Água e constataram que a água da escola era proveniente de poço artesiano. Ainda sob a orientação do professor foram incentivados a investigar a composição da água oriunda de poços artesanais e os motivos pelos quais a água não espumava na presença de sabão.
Ataque à pele (G3)	Radiação, espectroscopia, Teoria atômica	Após visita ao dermatologista é detectado um câncer de pele numa senhora, que há algum tempo apresentava manchas e envelhecimento precoce da pele. A partir dessa informação, as seguintes situações deveriam ser investigadas pelos alunos: a) as longas horas de exposição solar sem a devida proteção; b) diminuição da camada de ozônio; c) características da região onde a senhora vivia.
Aparentemente inocentes, mas muito perigosas (G4)	Metais, eletroquímica	Alunos de uma escola pública apresentam sintomas como dor de cabeça, vômitos, dores abdominais e fadiga. Após consulta médica foi diagnosticada a contaminação por acúmulo de metais no organismo. Os alunos procuraram a professora de Química da escola na tentativa de compreender como estaria se dando essa contaminação. Após a pesquisa os alunos e a professora descobriram que os metais responsáveis pela contaminação estavam presentes em pilhas e baterias, que estavam sendo indevidamente descartados. Os alunos deveriam propor uma solução para o adequado descarte de pilhas e baterias.
Patos também afundam (G5)	Ligações e interações químicas	A poluição de um rio por resíduos provenientes de um novo pólo industrial prejudicou a atração turística de uma cidade: a observação de patos. Estudantes de uma escola decidiram escrever uma carta para um químico da universidade para saber qual a influência do resíduo sobre os patos no rio. O químico sugeriu aos estudantes que investigassem as origens do problema e apontassem uma possível solução.
Saúde bucal (G6)	Ácidos e bases	Dois estudantes, Mônica e Maurício, se conheceram durante uma Feira de Ciências. Nessa Feira eles assistiram a uma palestra sobre saúde bucal e decidiram fazer uma pesquisa, em locais distintos, sobre a relação entre a escovação dentária e a incidência de cáries. Ao comparar os resultados eles perceberam que apesar dos cuidados rotineiros outros fatores também influenciam no aparecimento de cáries. Resolveram procurar um dentista que os informou que o nível de acidez da boca estaria relacionado ao aparecimento de cáries. Com base nessa informação, os estudantes deveriam estudar a respeito da acidez bucal e apresentar uma solução para o seu controle.
Contaminação por alumínio (G7)	Metais	Numa cidade do interior baiano um rapaz apresentava alguns sintomas como queda de cabelo, anemia, dores de cabeça, falta de memória etc. Nenhum profissional da área de saúde conseguiu diagnosticar o motivo da doença. Porém, um professor de química levantou a hipótese de o problema ser causado pela contaminação do alumínio utilizado nas panelas. Cabia ao grupo analisar a respeito da questão e esclarecer aos pais sobre o procedimento a ser adotado.

apresentado, na íntegra, um dos casos elaborados pelos alunos, juntamente com a análise dos aspectos a serem considerados na produção de casos (Quadro 3).

Com isso, buscamos verificar a qualidade dos casos produzidos pelos alunos, no que diz respeito à consideração dos elementos necessários na elaboração de um “bom caso”, de acordo com o referencial teórico empregado.³⁷ O caso ilustrado é denominado “Aparentemente inocentes, mas muito perigosas”. O caso foi produzido por um grupo de quatro alunos e tem como objetivo específico trabalhar conceitos relacionados às propriedades dos metais e questões de eletroquímica.

Como é possível perceber no caso ilustrado no Quadro 3, na medida do possível, os alunos buscaram contemplar as recomendações de Herreid³⁷ para a produção de casos. Nessa perspectiva, os destaques do Quadro 3 sinalizam que a narrativa elaborada pelos alunos pode ser considerada como um “bom caso” por narrar uma história, em que o desfecho não existe ainda. Por tratar da temática “Metais” o caso é relevante para o leitor, estudantes de química; tem generalizações, ou seja, são levantadas questões diversificadas acerca do assunto; trata de um problema atual, que é o descarte inadequado

de pilhas e baterias que tem provocado grandes impactos ao meio ambiente e à saúde pública;³⁸ desperta o interesse pela questão por se fazer necessária a investigação a respeito do problema na sua própria cidade; força uma decisão, uma vez que os alunos são incumbidos de propor uma alternativa de solução para a questão do descarte de pilhas e baterias na cidade; e sua extensão não é longa, mas suficiente para a boa compreensão da problemática.

Além dos pontos destacados no Quadro 3, podemos também verificar que no caso há a existência de um drama, de um problema a ser resolvido; que há utilidade pedagógica, por tratar de conceitos importantes dentro da programação da disciplina e por trazer à tona a questão da conscientização dos alunos a respeito do adequado descarte de pilhas e baterias, considerando que esse descarte é feito diariamente nos lixos de residências, em aterros, lixões etc. Um ponto não considerado pelo grupo foi a inserção de diálogos, que segundo Herreid³⁷ é a melhor maneira de compreender uma situação e provocar a empatia.

Vale ressaltar que os alunos não somente propuseram os casos, mas buscaram apontar possíveis alternativas de solução para

Quadro 3. Caso “Aparentemente Inocentes, mas muito perigosas” e destaque das características do caso³⁷

Aparentemente inocentes, mas muito perigosas

“Um bom caso narra uma história” →

Júnior tem 16 anos, mora numa comunidade de baixa renda com seus pais e dois irmãos. Ele leva uma vida rotineira, sempre vai à escola pela manhã com seus amigos (Anderson, Felipe e André) e seu irmão mais novo, Paulo.

Dois de seus amigos, Felipe e André ficaram doentes e não estavam frequentando a escola. Alguns dias depois seu irmão também apresentou os mesmos sintomas. Todos acreditavam ser apenas uma virose, sem importância. Júnior, inquieto e preocupado com a situação foi ao médico com seu irmão e ao informar os sintomas (dor de cabeça, vômito, dores abdominais e fadiga) foi diagnosticada contaminação pelo acúmulo de metais no organismo (zinco, mercúrio, cádmio, chumbo, lítio, entre outros). Esse mesmo diagnóstico foi apresentado aos amigos de Júnior.

“Um bom caso é relevante ao leitor”

Júnior ficou perplexo com o fato de haver metais no organismo de seus irmãos e amigos. Mesmo sendo medicados, Júnior continuou preocupado e procurou sua professora de química, Luíza, para saber mais a respeito desses elementos presentes no organismo de pessoas daquela comunidade. Cheio de dúvidas, fez muitas perguntas: o que é metal? Em nosso cotidiano, onde encontramos esses metais? Depois do uso, o que fazer com esses metais?

“Um bom caso tem generalizações: deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade”

A professora pediu um tempo para buscar maiores informações sobre o que estava acontecendo na comunidade, para pesquisar e procurar colegas especialistas no assunto. Luíza percebeu em sua pesquisa que os metais citados por Júnior, fazem parte da composição de pilhas e baterias usadas em nosso dia a dia, que devem ser recolhidos e mandados ao descarte depois do uso. ↑

“Um bom caso é atual”

Júnior recebeu as informações da sua professora e resolveram juntos analisar de onde viriam aqueles metais que estavam prejudicando as pessoas da comunidade. Eles se concentraram em saber como era feito esse descarte, foram as lojas e empresas da sua cidade pesquisar como era feito o descarte dos materiais. ↑

“Um bom caso desperta o interesse pela questão”

Grande surpresa foi descobrirem que algumas dessas empresas apenas recolhiam o material e não realizavam o descarte adequado. Um jogavam em aterros sanitários, outras descartavam em um rio próximo, o mesmo rio que abastecia a cidade e cuja água não estava sendo tratada. Luíza informou a Júnior que esses procedimentos eram inadequados, pois a contaminação do solo e da água posteriormente consumida prejudica os seres vivos.

Pensando nisso procuraram um técnico em análise de água para saber se a água estava contaminada. Após alguns dias, como era de se esperar, receberam a notícia de que havia acúmulo de metais na água. A partir disso a professora se empenhou e usou sua aula para esclarecer e conscientizar os alunos da real situação.

Para começar a professora explicou que os metais apresentam algumas propriedades completamente diferentes das apresentadas por outras substâncias, mas ressaltou que iria falar em especial de alguns metais para depois retornar ao assunto em sua amplitude. Começou explicando sobre o chumbo, que é um metal cinza e mole e seu emprego principal consiste na fabricação de baterias.

Luíza pediu que os alunos prestassem muita atenção, pois ela iria contar uma história muito importante para que eles refletissem: “o chumbo como muitos dos metais é um elemento tóxico. Alguns historiadores pensam que o declínio do império romano ocorreu, parcialmente, devido a doenças, infertilidade e mortes causadas pelo envenenamento por chumbo. Parece que a aristocracia romana fez grande uso de chumbo em encanamento de água e utensílios de cozinha”...

Júnior levantou e expôs para a turma que conhecia uma situação semelhante e por esse motivo dois colegas da sala não estavam frequentando as aulas. A professora explicou que, exatamente por esse motivo ela dedicou a aula para tratar do assunto, e propunha que a turma se reunisse para buscar uma solução.

▼ “Um bom caso força uma decisão”

Agora imagine que você (o grupo) é Júnior, e juntamente com seu professor e colegas devem continuar essa pesquisa, apresentando uma solução coerente para o problema do descarte das pilhas e baterias.

“Um bom caso é curto” ↗

resolvê-los. Essa é uma característica importante na elaboração de um caso, pois não é recomendável sua aplicação, sem antes buscarmos conhecer as possíveis formas de solucioná-lo e o que é possível explorar dentro dessas alternativas de solução. Também é necessário que o caso tenha a complexidade adequada ao público ao qual se destina. Dessa maneira, o grupo apontou como solução para o caso a criação de uma lei municipal para o serviço de coleta e descarte final para pilhas e baterias; a reciclagem desses materiais; e a elaboração de um projeto de construção, operação e conservação de aterros sanitários.

O caso ilustrado foi apresentado na sua forma original, da maneira como foi escrito pelos alunos. Não houve tempo nem era o nosso objetivo alterá-lo para apresentá-lo nessa pesquisa. Nosso intuito foi mostrar a potencialidade desse tipo de atividade na formação inicial de professores. Ou seja, mostrar aos futuros docentes maneiras alternativas de abordar os conceitos químicos na sala de aula e ao mesmo tempo desenvolver habilidades formativas importantes como o trabalho em grupo, a capacidade de resolver problemas, a tomada de decisão diante de questões do mundo real, a capacidade de expressão oral e escrita, dentre outras.

Apesar da boa qualidade do caso, alguns aspectos ainda poderiam ser melhorados, com a inclusão de diálogos, por exemplo. O caso poderia ainda não deixar clara a informação de que os metais causadores da contaminação eram provenientes das pilhas e baterias, mas

deixar que os próprios alunos chegassem a essa conclusão, a partir da pesquisa sobre os constituintes dos materiais presentes no lixo. Tais observações também valem para os demais casos. Em todos eles, a maioria dos aspectos mencionados no referencial teórico para a elaboração de um “bom caso” foi fielmente considerada. No entanto, para a sua aplicação no Ensino Médio, adaptações e pequenas correções seriam ainda necessárias.

Vale ainda ressaltar que embora os aspectos contextuais e conceituais relacionados ao tema tenham sido evidenciados nos casos elaborados, a forma como essas questões seriam tratadas na aplicação dos referidos casos depende da abordagem dada pelo professor durante o desenvolvimento da proposta na Educação Básica, o que ainda não ocorreu. No entanto, todos os casos elaborados permitem que tais aspectos sejam explorados na sala de aula, de acordo com as prioridades e com os objetivos do professor.

Durante o acompanhamento do trabalho outra dificuldade observada foi a elaboração do diário do caso, que acreditamos ser devida à pouca habilidade de elaboração de textos pelos alunos. De maneira geral, os registros foram superficiais e voltados basicamente à descrição das atividades desenvolvidas. Poucas reflexões a respeito da atividade ou de outras questões concernentes ao Ensino de Química foram identificadas nos diários.

De acordo com Queiroz,³⁹ são retratadas na literatura inúmeras

dificuldades com a linguagem escrita de estudantes de cursos de graduação em Química na comunicação de seus conhecimentos. Se tratando de um curso de Licenciatura, a escrita se torna ainda mais importante, visto que os estudantes são futuros professores e, por essa razão, escrever e falar adequadamente a respeito de suas ideias torna-se essencial. Massena e Monteiro⁴⁰ destacam ainda que o licenciando passa a ter mais contato com a escrita somente no período de elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), no final da graduação, realidade que precisa ser repensada nos cursos de Licenciatura.

Registros dos grupos G3 e G4, feitos na segunda semana em que a atividade estava sendo realizada, são ilustrados a seguir, e sugerem que alguns alunos compreenderam o objetivo da atividade, ao relatarem ações por eles consideradas relevantes.

G3: Coleta de informações através de livros e artigos. Sugestões para tema específico: sensores, análise forense, fluorescência, espectroscopia.

G4: Procurar por artigos e revistas na biblioteca. Separamos revistas sobre contaminação de peixes por acúmulo de metais.

Outros apontamentos mostram que, inicialmente, os alunos apresentavam dúvidas quanto à atividade a ser realizada, como pode ser observado no registro de G6, realizado na segunda semana.

G6: Discutimos vários temas, porém a ideia do trabalho ainda não tinha sido compreendida por alguns, que queriam fazer oficina ou mesmo prática de ensino.

Com o passar do tempo a ideia do trabalho tornou-se clara para todos os grupos. Apesar das dificuldades percebidas, a atividade teve boa receptividade por parte dos estudantes. Muitas dessas dificuldades acreditamos estar relacionadas à pouca maturidade dos alunos, uma vez que a maioria era recém ingressa na universidade e não havia ainda cursado disciplinas importantes da área de ensino como Estágio Supervisionado, Metodologia e Instrumentação para o Ensino de Química, etc.

Dentre os aspectos positivos apontados pelos estudantes quando questionados sobre a atividade se destacam o trabalho em grupo, a capacidade de negociar com os demais integrantes da equipe e de se posicionar na defesa de seus pontos de vista. Alguns grupos demonstraram ainda o desejo de aplicar o caso na escola para verificar os resultados *in loco* da aplicação do caso para o público alvo, os alunos do Ensino Médio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho com o método de Estudo de Casos com estudantes do Curso de Licenciatura em Química, em formação inicial, se mostrou eficiente em demonstrar aos futuros professores a necessidade do desenvolvimento de estratégias de ensino que, além da aprendizagem de conceitos específicos da área em questão, estimulem no estudante habilidades formativas importantes como o trabalho em grupo, a capacidade de expressão oral e escrita, o pensamento crítico, a tomada de decisão e a capacidade de resolver problemas do cotidiano.

Na medida do possível, as recomendações de Herreid para a produção de casos foram consideradas por todos os grupos.³⁷ No entanto, para a sua aplicação no Ensino Médio, adaptações e pequenas correções seriam ainda necessárias. Nesse sentido, como trabalho futuro pensamos em realizar uma parceria com o professor da disciplina de Estágio Supervisionado em Química, oferecida no quinto semestre do curso, e permitir que a mesma turma que elaborou os casos, os aplique em seus respectivos estágios. Considerando que nesse período os alunos estarão mais maduros e com bases mais sólidas por conta das disciplinas pedagógicas e específicas já cursadas, solicitaremos que os casos sejam aperfeiçoados para então se avaliar a viabilidade de sua aplicação no Ensino Médio.

Um ponto que merece destaque é a interação estabelecida entre o professor da disciplina de Química Inorgânica Fundamental e a professora da área de Ensino de Química. O conhecimento específico da área, especialidade do primeiro, aliado à metodologia conduzida pela professora, e o reconhecimento de ambos sobre a importância desse tipo de interação, contribuíram para o êxito da atividade.

A boa relação estabelecida entre os docentes das diferentes áreas, observada nesta proposta, pode servir de exemplo para outras iniciativas de natureza semelhante, que tenham como objetivo o favorecimento do ensino de química, a partir de práticas inovadoras que melhor preparem o futuro professor para as atuais demandas educacionais. Desse modo, acreditamos que parcerias entre professores das áreas específicas de Química e professores da área de Ensino, dentro da componente Prática de Ensino, sejam extremamente produtivas, no sentido de melhor preparar os futuros professores para a realidade prática de suas áreas.

REFERÊNCIAS

1. Passos, M. S.; Maia, J. O.; Massena, E. P.; *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*, Brasília, Brasil, 2010.
2. Oliveira, T. F.; Soares, M. S.; Cunha, R. A.; Monteiro, S.; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **2008**, *8*, 3.
3. Santos, A. P. B.; Michel, R. C.; *Química Nova na Escola* **2009**, *31*, 179.
4. Godoi, T. A. F.; Oliveira, H. P. M.; Codognoto, L.; *Química Nova na Escola* **2010**, *32*, 22.
5. Michel, R.; Santos, F. M. T.; Greca, I. M. R.; *Química Nova na Escola* **2004**, *19*, 3.
6. Souza, M. P.; Merçon, F.; Santos, N.; Rapello, C. N.; Ayres, A. C. S.; *Química Nova na Escola* **2005**, *22*, 35.
7. Barro, M. R.; Ferreira, J. Q.; Queiroz, S. L.; *Química Nova na Escola* **2008**, *30*, 10.
8. Silva, R. F.; Sá-Chaves, I.; *Interface – Comunic., Saúde, Educ.* **2008**, *12*, 721.
9. Silva, R. F.; Francisco, M. A.; *Revista Brasileira de Educação Médica* **2009**, *33*, 562.
10. Sordi, M. R. L.; Silva, M. M.; *Interface – Comunic., Saúde, Educ.* **2010**, *14*, 943.
11. Galiuzzi, M. C.; Lindemann, R. H.; *Olhar de professor* **2003**, *6*, 135.
12. Gonçalves, F. P.; Fernandes, C. S.; Lindemann, R. H.; Galiuzzi, M. C.; *Química Nova na Escola* **2008**, *30*, 42.
13. Silva, M. R.; Alves, J. P.; *Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, Brasil, 2005.
14. Zanon, D. A. V.; Guerreiro, M. A. S.; Oliveira, R. C.; *Ciênc. Cogn.* **2008**, *13*, 72.
15. Crute, T. D.; *J. Chem. Educ.* **2000**, *77*, 481.
16. Cavalcanti, E. L. D.; Soares, M. H. F. B.; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2009**, *8*, 255.
17. Eichler, M.; Junges, F.; Del Pino, J. C.; *Renote* **2005**, *3*, 1.
18. Sá-Chaves, I. Em *Conhecer, aprender, avaliar*; Almeida, L. S.; Tavares, J., orgs.; Porto Editora: Porto, 1998.
19. Sá, L. P.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, Brasil, 2006.
20. Sá, L. P.; Queiroz, S. L.; *Estudos de casos no ensino de química*, Ed. Átomo: Campinas, 2009.
21. Cornely, K.; *J. Chem. Educ.* **1998**, *75*, 475.
22. Dory, Y. J.; Tal, R. T.; Tsaushu, M.; *Science Education* **2003**, *87*, 767.
23. Heaton, A.; Hodgson, S.; Overton, T.; Powell, R.; *Chemistry Education Research and Practice* **2006**, *7*, 280.
24. Potter, N. M.; Overton, T. L.; *Chemistry Education Research and Practice* **2006**, *7*, 195.
25. Dinan, F. J.; Szczepankiewicz, S. H.; Carnahan, M.; Colvin, M. T.; *J. Chem. Educ.* **2007**, *84*, 617.

26. Herreid, C. F.; *Journal of College Science Teaching* **1994**, 23, 221.
27. Bretz, L. S.; Meinwald, J.; *Journal of College Science Teaching* **2002**, 31, 220.
28. Peaslee, G.; Lantz, J. M.; Walczak, M. M.; *Journal of College Science Teaching* **1998**, 28, 21.
29. Waterman, M. A.; *Bioscene – Journal of College Biology Teaching* **1998**, 24, 3.
30. Brito, J. Q. A.; Sá, L. P.; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2010**, 9, 505.
31. Oliveira, A. S.; Soares, M. H. F. B.; *Química Nova na Escola* **2005**, 21, 18.
32. Moreira, E. C.; Pereira, R. S.; *Revista Digital – Buenos Aires* **2007**, 108.
33. Brasil, Conselho Nacional de Educação; *Resolução CNE/CP nº 2*, de 19 de fevereiro de 2002.
34. Jesus, R. M.; Gramacho, R. S.; *Projeto Acadêmico Curricular do Curso de Licenciatura em Química*. Colegiado do Curso de Química. Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas. Universidade Estadual de Santa Cruz, 2005.
35. Schnetzler, R. P. Em *Ensino de Ciências: Fundamentos e abordagens*; Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R., orgs.; Editora Vieira: Campinas, 2000.
36. Bogdan, R. C.; Biklen, S. K.; *Investigação Qualitativa em Educação*, Porto Editora: Porto, 1994.
37. Herreid, C. F.; *Journal of College Science Teaching* **1998**, 27, 163.
38. Gouvea, P. A.; Fialho, S. S. A. L.; Miguel, J. R.; *Saúde & Ambiente em Revista* **2009**, 4, 2.
39. Queiroz, S. L.; *Quim. Nova* **2001**, 24, 143.
40. Massena, E. P.; Monteiro, A. M. F.; *Química Nova na Escola* **2011**, 33, 10.